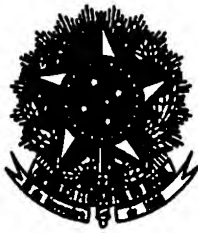


BR 2004/000124



REC'D 20 AUG 2004

WIPO

PCT

**REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL**  
**Ministério do Desenvolvimento, da Indústria e Comércio Exterior.**  
**Instituto Nacional da Propriedade Industrial**  
**Diretoria de Patentes**


**CÓPIA OFICIAL**

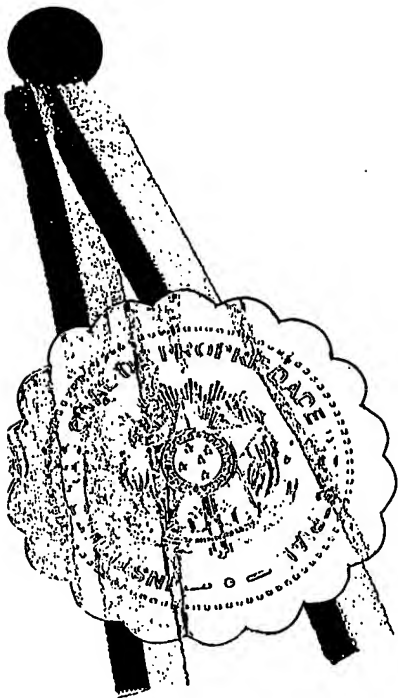
**PARA EFEITO DE REIVINDICAÇÃO DE PRIORIDADE**

**PRIORITY DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

O documento anexo é a cópia fiel de um  
Pedido de Patente de invenção  
Regularmente depositado no Instituto  
Nacional da Propriedade Industrial, sob  
Número PI 0302419-9 de 15/07/2003.

Rio de Janeiro, 22 de Julho de 2004.

  
**GLÓRIA REGINA COSTA**  
Chefe do NUCAD  
Mat. 00449119.



**BEST AVAILABLE COPY**

1.000 1.08 00700

PI0302419

Protocolo

Número (21)

## DEPÓSITO

Pedido de Patente ou de  
Certificado de Adição



PI0302419-9

depósito / /

Espaço reservado para etiqueta (número e data de depósito)

Ao Instituto Nacional da Propriedade Industrial:

O requerente solicita a concessão de uma patente na natureza e nas condições abaixo indicadas:

**1. Depositante (71):**

1.1 Nome: EMPRESA BRASILEIRA DE COMPRESSORES S.A. - EMBRACO

1.2 Qualificação: SOCIEDADE BRASILEIRA 1.3 CGC/CPF: 84.720.630/0001-20

1.4 Endereço completo: RUA RUI BARBOSA, 1020, 89219-901 - JOINVILLE - SC, BR-BRASIL

1.5 Telefone:

FAX:

☐ continua em folha anexa

**2. Natureza:**

☒ 2.1 Invenção

☐ 2.1.1. Certificado de Adição

☐ 2.2 Modelo de Utilidade

Escreva, obrigatoriamente e por extenso, a Natureza desejada: **Patente de Invenção**

**3. Título da Invenção, do Modelo de Utilidade ou do Certificado de Adição (54):**

"MÉTODO DE CONTROLE DE MOVIMENTO DE UM MOTOR ELÉTRICO,  
SISTEMA DE CONTROLE DE MOVIMENTAÇÃO DE UM MOTOR ELÉTRICO E  
COMPRESSOR"

☐ continua em folha anexa

**4. Pedido de Divisão do pedido nº. , de**

**5. Prioridade Interna - O depositante reivindica a seguinte prioridade:**

Nº de depósito

Data de Depósito

(66)

**6. Prioridade - o depositante reivindica a(s) seguinte(s) prioridade(s):**

País ou organização de origem	Número do depósito	Data do depósito

☐ continua em folha anexa

P121096 (Imm)

Dannemann, Siemsen, Bigler & Ipanema Moreira, Agente de Propriedade Industrial, matrícula nº 192

Formulário 1.01 - Depósito de Pedido de Patente ou de Certificado de Adição (folha 1/2)

**7. Inventor (72):**

☐ Assinale aqui se o(s) mesmo(s) requer(em) a não divulgação de seu(s) nome(s) (art. 6º § 4º da LPI e item 1.1 do Ato Normativo nº 127/97)

7.1 Nome: **PAULO SERGIO DAINEZ**

CPF: **599.019.269-04**

7.2 Qualificação: **brasileira**

7.3 Endereço: **RUA RUI BARBOSA, 1431, APTO 302, BLOCO 1, JOINVILLE, SC**

7.4 CEP:

7.5 Telefone:

☐ continua em folha anexa

**8. Declaração na forma do item 3.2 do Ato Normativo nº 127/97:**

☐ continua em folha anexa

**9. Declaração de divulgação anterior não prejudicial (Período de graça):**  
(art. 12 da LPI e item 2 do Ato Normativo nº 127/97):

☐ continua em folha anexa

**10. Procurador (74):**

10.1 Nome e CPF/CGC: **DANNEMANN, SIEMSEN, BIGLER & IPANEMA MOREIRA**  
**33.163.049/0001-14**

10.2 Endereço: **Rua Marquês de Olinda, 70**  
**Rio de Janeiro**

10.3 CEP: **22251-040** 10.4 Telefone: **(0xx21) 2553 1811**

**11. Documentos anexados (assinale e indique também o número de folhas):**  
(Deverá ser indicado o nº total de somente uma das vias de cada documento)

<input checked="" type="checkbox"/>	11.1 Guia de recolhimento	1 fls.	<input checked="" type="checkbox"/>	11.5 Relatório descritivo	16 fls.
<input checked="" type="checkbox"/>	11.2 Procuração	1 fls.	<input checked="" type="checkbox"/>	11.6 Reivindicações	7 fls.
<input type="checkbox"/>	11.3 Documentos de prioridade	fls.	<input checked="" type="checkbox"/>	11.7 Desenhos	5 fls.
<input type="checkbox"/>	11.4 Doc. de contrato de Trabalho	fls.	<input checked="" type="checkbox"/>	11.8 Resumo	1 fls.
<input type="checkbox"/>	11.9 Outros (especificar):				fls.
<input checked="" type="checkbox"/>	11.10 Total de folhas anexadas:				31 fls.

**12. Declaro, sob penas da Lei, que todas as informações acima prestadas são completas e verdadeiras**

**Rio de Janeiro 15/07/2003**

Local e Data

Assinatura e Carimbo

**Dannemann, Siemsen, Bigler & Ipanema Moreira**

P121096 (Imm)

**Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "MÉTODO DE CONTROLE DE MOVIMENTO DE UM MOTOR ELÉTRICO, SISTEMA DE CONTROLE DE MOVIMENTAÇÃO DE UM MOTOR ELÉTRICO E COMPRESSOR".**

08

5 A presente invenção refere-se a um método de controle de movimento de um motor elétrico, um sistema de controle de movimentação de um motor elétrico bem como a um compressor provido com um sistema objeto da presente invenção.

Descrição do Estado da Técnica

10 Já são conhecidos do estado da técnica sistemas de controle de movimentação de motores elétricos.

O controle de movimentação de motores elétricos é particularmente importante no controle de motores aplicados a compressores lineares, já que nestes, o curso do respectivo pistão não é previamente estabelecido.

15 Por conta dessa característica construtiva, pode, em certas circunstâncias, ocorrer o choque do pistão com o respectivo fim de curso, o que não é desejável já que a consequência disso pode ser desde ruído, prejuízo ao bom funcionamento do compressor e até a quebra do compressor.

20 Os controles de movimentação de motores elétricos usualmente monitoram as variáveis internas do próprio equipamento, por exemplo a posição do pistão dentro de um cilindro, a capacidade necessária para atingir determinada meta de demanda do motor. Sistemas dessa natureza podem compreender, por exemplo, compressores aliados a sistemas de refrigeração, onde se faz necessário monitorar a capacidade de refrigeração do compressor ainda evitar que o respectivo pistão se choque com o final de curso caso a capacidade de refrigeração mude subitamente.

25 Exemplos desse tipo de técnica podem ser encontrados nos documentos US 5.342.176, US 5.496.153, US 5.450.521 e US 5.592.073. De acordo com os ensinamentos dessas técnicas, usa-se um controle do curso do pistão, que se constitui de um controlador da tensão imposta ao motor linear, realimentado pela informação de posição do pistão, estimada basicamente a partir das informações de corrente fornecida ao motor e tensão in-

30

duzida nos terminais do motor.

Nestas soluções, o curso do pistão é controlado, tomando como referência a posição estimada do pistão, calculada a partir da corrente e tensão nos terminais do motor, mas que incorre em erros devido a variações construtivas do motor, variações de temperatura, e variações de carga, impedindo um controle mais preciso, o que limita a eficiência e a operação em condições extremas de capacidade de refrigeração. Outra deficiência deste tipo de solução é que o cálculo do ponto médio de movimentação do pistão é impreciso causado basicamente pela diferença média entre a pressão de sucção e de descarga, e a constante elástica da mola do sistema ressonante.

Em aplicações, de refrigeração, por exemplo, durante o funcionamento, o motor elétrico juntamente com o compressor estará submetido a vários tipos de transientes, como, abertura da porta do sistema de refrigeração, mudança da carga térmica, variação da temperatura ambiente, abertura ou fechamento de válvulas no sistema, todos estes transientes termomecânicos possuem constantes de tempos lentas em comparação com o tempo de resposta do controle, não causando perturbação no deslocamento do compressor, pois o controle consegue atuar antes que qualquer efeito seja percebido.

Os fenômenos mais abruptos aos quais o sistema estará submetido são perturbações na tensão da rede, estas perturbações podem afetar o funcionamento do compressor, e dependendo da condição de funcionamento do compressor e da amplitude da perturbação, pode ocorrer um impacto mecânico do pistão com o topo do cilindro.

Nenhuma das soluções propostas, analisa as variações da tensão da rede e, portanto, não podem garantir com segurança que o sistema irá corrigir a tempo as perturbações da rede, evitando o impacto mecânico e oscilações no deslocamento máximo que comprometam a eficiência do sistema.

#### Objetivos e Breve Descrição da Invenção

A solução proposta tem como objetivos:



- Controlar o nível de tensão aplicado a motores elétricos em geral.

- Controlar o movimento de um pistão de um motor linear.

- Monitorar o nível de tensão da rede elétrica diretamente e concluir se o nível da tensão aplicado ao motor deve ser alterado ou não.

5      • Controlar o curso do pistão de um compressor linear, permitindo que o pistão avance até o final de seu curso mecânico mesmo em condições extremas de carga, sem permitir que haja colisão do pistão ao topo do cilindro, mesmo na presença de perturbações externas vindas da rede de alimentação de energia.

10      • Controlar o curso do pistão de um compressor linear, evitando oscilações no deslocamento máximo do pistão que comprometam a eficiência do compressor, para qualquer capacidade de operação do compressor, mesmo na presença de perturbações externas vindas da rede de alimentação de energia.

15      • Implementar uma solução simples, para produção em escala industrial.

Tais objetivos são alcançados através de um método de controle de movimento de um motor elétrico, o motor elétrico sendo alimentado por uma tensão total proporcional a uma tensão de rede, o método compreendendo etapas de: proceder com uma primeira medida de nível da tensão de rede em um primeiro momento de medição; proceder com uma segunda medida de nível da tensão de rede em um segundo momento de medição; calcular o valor da derivada dos valores de tensão medidos em função dos primeiro e segundo momentos de medição, para obter um valor de uma tensão de rede proporcional; e alterar o valor da tensão total alimentada ao motor, de maneira proporcional ao valor da tensão de rede proporcional.

20      O método ainda compreende etapas de alterar o valor da tensão total em função da diferença entre o valor da tensão de rede proporcional calculado em um ciclo atual da tensão de rede e o valor da tensão de rede proporcional calculado no ciclo anterior da tensão de rede; ou alterar o valor da tensão total é em função da diferença entre o valor da tensão de rede

(18)

proporcional calculado em um semiciclo atual da tensão de rede e o valor da tensão de rede proporcional calculado no semiciclo anterior da tensão de rede.

(11)

Ainda um outro objetivo da presente invenção é alcançado através de um método de controle de movimento de um motor elétrico, o motor elétrico sendo alimentado por uma tensão total proporcional a uma tensão de rede, o método compreendendo etapas de: medir a tensão de rede em um primeiro momento de medição; medir tensão de rede em um segundo momento de medição, o segundo momento de medição sendo distinto do primeiro momento de medição e a segunda medida da tensão de rede sendo realizada em um nível de tensão distinto do nível da primeira medida da tensão de rede, medir um tempo de defasagem entre a ocorrência da medida do primeiro momento de medição e a ocorrência da medida do segundo momento de medição, comparar o tempo de defasagem com um tempo pre-estabelecido, alterar o valor da tensão total de maneira proporcional ao valor da tensão de rede proporcional.

Ainda, um outro objetivo da presente invenção é alcançado através de um sistema de controle de movimentação de um motor elétrico controlado por uma central de controle eletrônico, o motor elétrico sendo alimentado por uma tensão total controlada pela central de controle eletrônico, a tensão total sendo proporcional a uma tensão de rede, a central de controle eletrônico compreende um circuito de detecção de tensão, o circuito de detecção de tensão detectando a tensão de rede, a central de controle eletrônico medindo uma primeira medida de nível tensão de rede em um primeiro momento de medição, e medindo segunda medida de nível da tensão de rede em um segundo momento de medição; a central de controle eletrônico calculando o valor da derivada dos valores de tensão de rede medidos em função dos tempos de medição medidos e obtendo um valor de uma tensão de rede proporcional; a central de controle eletrônico alterando o valor da tensão total para um valor de tensão total corrigida, de maneira proporcional ao valor da tensão de rede proporcional.

### Descrição Resumida dos Desenhos

A presente invenção será, a seguir, mais detalhadamente descrita com base em um exemplo de execução representado nos desenhos. As figuras mostram:

(12)

5            Figura 1 - é um diagrama de blocos do sistema objeto da presente invenção, ilustrando a respectiva interligação quando da aplicação a um compressor e um sistema de refrigeração;

10           Figura 2 - é um diagrama de blocos do sistema de controle de movimentação de um pistão de acordo com a presente invenção quando da aplicação a um compressor linear;

            Figura 3 - é um diagrama de blocos do algoritmo de controle do sistema de controle de movimentação de pistão objeto da presente invenção;

15           Figura 4 - ilustra a malha de controle do sistema de controle de movimentação de pistão objeto da presente invenção;

            Figura 5 - é um diagrama elétrico de um circuito de detecção de tensão usando no sistema objeto da presente invenção;

20           Figura 6 - ilustra um gráfico de um sinal de entrada e de saída do gerador pelo circuito de detecção de tensão, para vários níveis de tensão de entrada (Tensão nominal, tensão nominal + 10%, tensão nominal - 10%);

            Figura 7 - ilustra um gráfico do tempo de atraso do sinal de saída do circuito de detecção de tensão em função da variação da tensão da rede;

25           Figura 8 - ilustra os pontos onde se mede a tensão de rede de acordo com os ensinamentos da presente invenção;

            Figura 9 - ilustra duas situações de tensão de rede distintas, e os pontos de medição feitos; e

            Figura 10 - ilustra uma situação particular de emprego dos ensinamentos da presente invenção.

### 30    Descrição Detalhada das Figuras

A presente invenção prevê um sistema, bem como um método apropriados para o controle de um motor elétrico, sendo particularmente



aplicável no controle de movimentação de um pistão em um compressor linear.

(13)

Como pode ser visto a partir das figuras 1 e 2, o sistema de controle de movimentação de um pistão objeto da presente invenção, compreende um controle eletrônico 12 que monitora uma tensão de rede  $V_{AC}$  e controla uma tensão total  $V_T$  aplicada a um motor elétrico, que impulsiona um compressor 14 que pode, ser aplicável em um sistema de refrigeração 15.

O controle eletrônico 12, por sua vez, compreende uma central de controle eletrônico 10 que, através de um circuito de *gate* 21 controla o tempo de condução de um conjunto de chaves 11 (preferencialmente *TRI-ACs*), para controlar o nível de tensão total  $V_T$ .

A partir da figura 2, pode-se observar que o sistema de controle objeto da presente invenção compreende, associado à central de controle eletrônico 10, um circuito de detecção de tensão 50, que é eletricamente conectado à tensão de rede  $V_{AC}$ , para que o respectivo valor seja medido antes que o seu nível seja controlado pelo conjunto de chaves 11.

Com essa configuração, a central de controle eletrônico 10 pode controlar o nível da tensão total  $V_T$  aplicada ao motor de maneira proporcional ao nível da tensão de rede  $V_{AC}$  e assim, evitar que na ocorrência de uma sobre ou subtensão na rede de alimentação, o compressor 14 venha a se comportar de maneira inesperada.

Para implementar o uso do sistema e monitorar a tensão de rede  $V_{AC}$  e assim decidir pela interferência ou não no nível da tensão total  $V_T$ , deve-se implementar o algoritmo de controle ilustrado na figura 3, conforme a malha de controle ilustrada na figura 4.

Conforme pode ser visto da figura 3, o valor da tensão total  $V_T$ , compreende a soma ou subtração de um valor de uma tensão de pistão  $V_P$  e uma tensão de correção  $V_v$  a partir da equação

$$V_T = V_P \pm V_v.$$

O valor da tensão de pistão  $V_P$  é obtido a partir dos valores de fornecidos por um dispositivo externo, por exemplo, um sinal de referência

(14)

REF que pode indicar até que ponto o pistão do compressor deve ser movimentado, especialmente nos casos onde se aplica os ensinamentos da presente invenção em compressores lineares, já que nestes a capacidade de refrigeração irá depender da amplitude de excursão do respectivo pistão. O valor do sinal de referência pode ser um nível DC transmitido ao dispositivo de controle eletrônico 10. Com isso, pode se estabelecer deslocamento e posição de referência  $DP_{REF}$  do pistão.

Uma outra variável necessária para estabelecer o valor da tensão de pistão  $V_P$ , é obtida calculando-se o ponto máximo de excursão desejável que o pistão deve alcançar sem o risco de ocorrer algum impacto deste com o respectivo final de curso. Preferencialmente, se obtém o valor da tensão de pistão  $V_P$  armazenando-se o valor da tensão de pistão  $V_P$  do ciclo anterior. O valor de deslocamento máximo  $DP_{MAX}$ , deve, portanto, ser previamente estabelecido em função das características do compressor 14.

Obtidos os valores de deslocamento de referência  $DP_{REF}$  e deslocamento máximo  $DP_{MAX}$ , pode-se obter o valor da tensão de pistão  $V_P$ , já que esta é função da diferença entre os valores obtidos, isto é, entre o erro  $E_{DP}$  calculado.

O outro componente da tensão total  $V_T$ , o valor da tensão de correção  $V_V$ , será obtido segundo os ensinamentos da presente invenção, comparando o valor da tensão de rede  $V_{AC}$  com um valor previamente estabelecido para concluir pela necessidade correção no respectivo valor, isto é, o valor da tensão de correção  $V_V$ , será a própria diferença entre a tensão que se espera ler com a tensão de rede  $V_{AC}$ . Assim, nos casos onde o valor da tensão de rede  $V_{AC}$  está dentro do esperado, o valor da tensão de correção  $V_V$  será nulo, já que não é necessário alterar o valor da tensão de rede  $V_{AC}$ .

Conforme pode ser visto das figuras 8 e 9, este princípio de medição é realizado adotando-se um valor de tensão  $V_0$  (ou nível de tensão estabelecido  $V_0$ ) fixo e contando-se o tempo necessário para que a tensão de rede  $V_{AC}$  demore para alcançar esse nível, isto em realidade é o mesmo que medir a derivada da tensão da rede  $V_{AC}$  próximo ao zero, para estimar o

valor da tensão da rede.

Equacionado-se isso, pode se chegar às seguintes conclusões:

$$V_{AC} = f\left(\frac{\partial V_0}{\partial t}\right), V_{AC} \text{ sendo proporcional a } \frac{\partial V_0}{\partial t_0}$$

Para  $\partial V_0$  constante:

5

$$V_{AC} = f\left(\frac{1}{\partial t_0}\right)$$

$V_{AC}$  é inversamente proporcional a  $\partial t_0$

$$V_{AC1} = f\left(\frac{\partial V_0}{\partial t1_0}\right)$$

$$V_{AC2} = f\left(\frac{\partial V_0}{\partial t2_0}\right)$$

Para  $\partial V_0$  constante:

10

$$V_{AC1} = f\left(\frac{1}{\partial t1_0}\right)$$

$$V_{AC2} = f\left(\frac{1}{\partial t2_0}\right)$$

15

20

Desta maneira, pode-se concluir que o valor da tensão de rede  $V_{AC}$  demonstrado acima, pode ser calculado com base no nível de tensão estabelecido  $V_0$  e tomando-se como referência o valor  $V_{AC1}$  e  $V_{AC2}$  ilustrado na figura 9. Assim, adotando-se, por exemplo, o valor de  $V_{AC1}$  como referência, pode-se concluir que o valor  $V_{AC2}$  estaria abaixo do nível de tensão de rede  $V_{AC}$  desejado para determinada aplicação, devendo-se corrigir o valor da tensão total  $V_T$ . O valor  $V_{AC}$  tomado como referência, será o valor de tensão do ciclo anterior ou a média dos ciclos anteriores, o que resulta que o valor da tensão tomada como referência não será constante, pois o objetivo é corrigir uma oscilação de um ciclo da rede para o próximo ciclo.

Conforme demonstrado acima, tendo em vista que para um nível

15

(10)

de tensão constante, adotando-se o nível de tensão estabelecido  $V_0$  igual para as duas medidas tendo-se, portanto,  $\partial V_0$  constante, basta que se meça apenas o tempo transcorrido entre dois pontos medidos pelo circuito de detecção de tensão 50, e detectar qual o nível real de tensão a partir de uma

5 equação ou tabela de valores.

Para se chegar ao valor da tensão necessária para corrigir a tensão total  $V_T$ , deverá ser obtido o valor da tensão de correção  $V_V$ , que, na prática será uma tensão de rede proporcional  $V_{AC}'$ , já o respectivo valor está diretamente relacionado ao valor da tensão de entrada  $V_{AC}$ . Da mesma maneira como explanado acima, o valor da tensão de rede  $V_{AC}$  deve ser obtido a partir de medições das tensões de rede  $V_{AC}$  anteriores, ou a partir da média das medições das tensões de rede anteriores  $V_{AC}$ .

Matematicamente, se chega ao valor da tensão de rede proporcional  $V_{AC}'$  a partir do seguinte equação:

15

$$V_{AC}' = f\left(\frac{\partial V_0}{\partial t}\right)$$

Conforme pode ser visto da equação, o valor da tensão de rede proporcional  $V_{AC}'$  é obtido através da derivada de valores de tensão medidos em função do tempo transcorrido entre as medidas.

Para implementar tal equação na prática, basta que se realize duas medidas de tensão e duas medidas de tempo como exemplificado na figura 10, para que se possa proceder com a respectiva derivada, ou seja, deve-se preferencialmente medir a tensão de rede  $V_{AC}$  em um primeiro momento de medição  $t_{10}$  para definir uma primeira medida de nível  $V_{t10}$  e, em seguida medir a tensão de rede  $V_{AC}$  em um segundo momento de medição  $t_{20}$  definindo uma segunda medida de nível  $V_{t20}$ .

Obtidos esses valores, procede-se com a equação abaixo:

$$V_{AC}' = f\left(\frac{V_{t20} - V_{t10}}{t_{20} - t_{10}}\right)$$

ou seja, subtraindo-se das primeira e segunda medidas de nível  $V_{t10}, V_{t20}$  e dividindo-se o resultado pela subtração dos valores dos primeiro e segundo momentos de medição  $t_{10}, t_{20}$ , e o valor de  $\partial t$  é obtido através da subtração

30

dos valores dos primeiro e segundo momentos de medição  $t_{10}$ ,  $t_{20}$ .

A partir desse algoritmo de controle, deve-se armazenar as leituras da tensão de entrada a cada semiciclo da tensão de rede  $V_{AC}$  e comparar a leitura atual com a anterior (ou com as anteriores), e alterar o valor da saída para compensar a variação da tensão de rede  $V_{AC}$ , desta forma evitando que ocorra uma variação do deslocamento máximo do pistão, já que esta variação poderia levar a um impacto mecânico do pistão com o topo do cilindro ou a uma perda de eficiência do sistema.

Pode-se optar, por exemplo, por realizar uma série de medidas em ciclos de tensão de rede  $V_{AC}$  diferentes, e armazenar os valores obtidos na central de controle eletrônico 10, e realizando a derivada dos valores obtidos subsequente para chegar a um valor da tensão de rede proporcional  $V_{AC}'$ .

De modo a implementar o uso dos conceitos da presente invenção, é previsto um método através do qual pode-se monitorar a tensão de rede  $V_{AC}$  e concluir pela necessidade de se realizar algum ajuste no nível da tensão total  $V_T$ .

O método inclui as etapas de medir a tensão de rede  $V_{AC}$  em um primeiro momento de medição  $t_{10}$ , podendo se designar tal medida como primeira medida de nível  $V_{t10}$ .

Em seguida deve-se medir a tensão de rede  $V_{AC}$  em um segundo momento de medição  $t_{20}$ . Da mesma maneira, o valor dessas medidas pode ser designado como uma segunda medida de nível  $V_{t20}$ .

Obtidos esses valores conforme descrito acima, calcula-se o valor da derivada dos valores de tensão medidos em função dos tempos de medição  $t_{10}$ ,  $t_{20}$  medidos para se obter o valor de uma tensão de rede proporcional  $V_{AC}'$  e finalmente alterar o valor da tensão total  $V_T$  alimentada ao motor de maneira proporcional ao valor da tensão de rede proporcional  $V_{AC}'$ .

Uma das formas de proceder na prática com a etapa de obtenção do valor da tensão de rede proporcional  $V_{AC}'$ , pode ser realizada seguindo-se com as seguintes etapas:

Mede-se um tempo de defasagem  $t_D$  entre a ocorrência da me-

12

dida do primeiro momento de medição  $t_{10}$  e a ocorrência da medida do segundo momento de medição  $t_{20}$ . Com isso, pode-se saber qual o nível máximo da tensão de rede  $V_{AC}$  para concluir pela necessidade de correção do valor da tensão total  $V_T$ .

(18)

5 Para isso, basta que se compare o tempo de defasagem  $t_D$  com um tempo preestabelecido  $t_P$ , este último determinado pela central de controle eletrônico 10, e se procede com elevação da tensão total  $V_T$  se o tempo de defasagem  $t_D$  for maior que o tempo preestabelecido  $t_P$  ou com a diminuição da tensão total  $V_T$  se o tempo de defasagem  $t_D$  for menor que o tempo preestabelecido  $t_P$ .

10 Na prática, é recomendável considerar o valor do tempo preestabelecido  $t_P$  como a medida do tempo de defasagem  $t_D$  do ciclo anterior ou a média dos ciclos anteriores.

15 Pode-se optar pela simples comparação dos tempos de defasagem  $t_D$  com o tempo preestabelecido  $t_P$  quando as condições forem mais apropriadas para tanto, mas podendo-se realizar as etapas acima, quando os circuitos utilizados na concretização demandarem a necessidade de se proceder com a derivada descrita anteriormente.

20 No que se refere ao sistema para implementar o método objeto da presente invenção, este deve compreender a central de controle eletrônico 10 para controlar o motor elétrico e o circuito de detecção de tensão 50 para medir o valor da tensão da rede  $V_{AC}$ .

25 Tal como descrito no método, a central de controle eletrônico 10 irá medir a primeira medida de nível  $V_{t10}$  da tensão de rede  $V_{AC}$  em um primeiro momento de medição  $t_{10}$ , e medindo a segunda medida de nível  $V_{t20}$  da tensão de rede  $V_{AC}$  no segundo momento de medição  $t_{20}$ , podendo realizar tais medidas ao longo do tempo e a medida que os ciclos da tensão de rede  $V_{AC}$  forem ocorrendo.

30 A derivada dos valores de tensão de rede  $V_{AC}$  medidos em função dos tempos de medição  $t_{10}$ ,  $t_{20}$  medidos e a obtenção do valor da tensão de rede proporcional  $V_{AC}'$  serão realizadas pela central de controle eletrônico 10 que, em função do valor da tensão de rede  $V_{AC}$  irá alterar o valor

(M)

da tensão total  $V_T$  para um valor de tensão total corrigida  $V_T'$  para evitar que o pistão se desloque além do ponto previsto e ocorram impactos.

O circuito de detecção de tensão 50 deverá compreender o primeiro circuito de detecção de tensão 51 para detectar o primeiro nível da  
5 tensão de rede  $V_{M1}$  e o segundo circuito de detecção de tensão 52 para detectar o segundo nível da tensão de rede  $V_{M2}$ .

Preferencialmente opta-se por ajustar o primeiro circuito de detecção de tensão 51 para medir o primeiro nível de tensão de rede  $V_{M1}$  quando da respectiva passagem por um nível zero (ou zero da tensão  $ZT$ ) e  
10 o segundo circuito de detecção de tensão 52 para medir o segundo nível de tensão de rede  $V_{M2}$  entre o nível zero da tensão de rede  $V_{AC}$  e um nível máximo da tensão de rede  $V_{ACM}$ . Com isso obtêm-se duas médias em níveis deferentes, viabilizando proceder com a derivada dos valores medidos.

O tempo de defasagem  $t_D$  é contabilizado entre a ocorrência da  
15 medida do primeiro nível da tensão de rede  $V_{M1}$  e a ocorrência da medida do segundo nível da tensão de rede  $V_{M2}$ . Estas medidas serão realizadas pelo circuito de detecção de tensão 50 que irá transmitir as respectivas ocorrências para a central de controle eletrônico 10. Um dispositivo de contagem de tempo compreendido no controle eletrônico 12 compara o tempo de defasagem  $t_D$  com o tempo preestabelecido  $t_P$ , e altera a tensão total  $V_T$  de maneira  
20 proporcional ao tempo de defasagem  $t_D$ . O valor da tensão total  $V_T$  será elevado para um valor de tensão total corrigida  $V_T'$  se o tempo de defasagem  $t_D$  for maior que o tempo preestabelecido  $t_P$  e diminuído para um valor de tensão total corrigida  $V_T'$  se o tempo de defasagem  $t_D$  for menor que o tempo  
25 preestabelecido  $t_P$ . Quando o valor do tempo de defasagem  $t_D$  for igual ao valor preestabelecido, não será necessário realizar uma alteração na tensão total  $V_T$  já que, nesse caso a tensão de rede  $V_{AC}$  estará em condições ideais. Em outras palavras, nessas condições, quando o tempo de defasagem  $t_D$  for nulo, o valor da tensão total  $V_T$  será o valor da tensão de pistão  $V_P$ .

30 Dentro dos ensinamentos da presente invenção, pode-se ver nas figuras 2 e 5, que os primeiro e segundo circuitos de detecção de tensão 51,52, são diretamente conectados à tensão de rede  $V_{AC}$ , sendo as respecti-

(28)

vas saídas ZT e TR alimentadas ao dispositivo eletrônico de controle 10.

O primeiro circuito de detecção de tensão deve, preferencialmente, ser configurado tal como ilustrado na figura 5, isto é, uma configuração onde se detecta o nível zero da tensão ZT da tensão de rede  $V_{AC}$ . Neste caso, a saída ZT deste circuito irá oscilar entre 0 V e  $V_{CC}$  que, no exemplo da figura 6, é de 5V, existindo uma diferença entre o valor de 5V e o sinal lido (vide curva 55) por conta da queda de tensão no diodo  $D_1$  (Escala: 0,5 V/div - 0,5 ms/div). Desta forma, o sinal ZT pode ser diretamente interpretado pelo circuito eletrônico de controle 10.

O segundo circuito de detecção de tensão 52, compreende um divisor de tensão  $R_2/R_3$ , que abaixa o nível da tensão de rede  $V_{AC}$  para um nível adequado para ser trabalhado pela central de controle eletrônico 10. Isto pode ser visto das curvas ilustradas na figura 6, que correspondem respectivamente às medidas feitas com níveis de tensão de 242V (vide curva 62), 220V (vide curva 63) e 198V (vide curva 64), estas ilustram respectivamente uma situação de  $V_{AC}$  em sobretensão, tensão esperada e subtensão, devendo atuar-se no valor da tensão  $V_T$  sempre que ocorrer uma oscilação de um ciclo para o outro.

Um comparador 56 do segundo circuito de detecção de tensão 52, irá detectar a passagem do nível da tensão de rede  $V_{AC}$  por um ponto predeterminado e controlado pela tensão de referência  $V_{ref}$ , para sinalizar na saída TR que o nível da tensão de referência foi alcançado. O resultado disso é a geração de ondas quadradas 62', 63' e 64' que corresponde respectivamente aos valores da tensão de rede  $V_{AC}$  medidos. O comparador 56 pode ser concretizado, por exemplo, usando-se um amplificador operacional ou outro tipo de dispositivo equivalente.

O comparador de tensão 53 irá gerar uma onda quadrada tendo um momento de transição, o tempo de defasagem  $t_D$  sendo medido entre a ocorrência do primeiro nível da tensão de rede  $V_{M1}$  e o momento de transição.

Isso pode ser observado na figura 6, onde são ilustrados os tempos de defasagem  $t_{D1}$ ,  $t_{D2}$ ,  $t_{D3}$ , que correspondem aos exemplos de ten-



são a um nível de 242V (curva 62), 220V (curva 63) e 198V (curva 64) respectivamente.

21

Os valores da tensão medidos pelos primeiro e segundo circuitos de detecção de tensão 51,52, correspondem ao primeiro nível da tensão de rede  $V_{M1}$  e ao segundo nível de tensão de rede  $V_{M2}$  descritos acima, e serão interpretados da forma prevista no método objeto da presente invenção. Pode-se observar que, neste exemplo, o valor do primeiro nível da tensão de rede  $V_{M1}$  é igual a zero (vide indicação com referência 65 na figura 6).

Com relação aos primeiro e segundo momentos de medição  $t_{10}$ ,  $t_{20}$ , estes serão contabilizados a partir do momento da detecção do nível zero da tensão ZT e a detecção da tensão de referência TR, devendo-se proceder com a contagem de tempo entre as respectivas ocorrências para que se possa comparar o tempo de defasagem  $t_D$  com um tempo preestabelecido  $t_P$  e alterar a tensão total  $V_T$  de maneira proporcional ao tempo de defasagem  $t_D$ . Conforme pode ser visto da figura 6 (vide indicação 65), neste exemplo, o valor do primeiro momento de mediação  $t_{10}$  é igual a zero, e o tempo preestabelecido  $t_P$  será a média do tempo definido  $t_D$  do ciclo anterior ou a média dos ciclos anteriores.

Uma outra forma de concretização do circuito de detecção de tensão 50, pode compreender, por exemplo, em lugar do primeiro circuito de detecção de tensão 51 operando em conjunto com o segundo circuito de detecção de tensão 52, para detectar o nível zero da tensão ZT e o nível de referência TR, um par de circuitos similares ao segundo circuito de detecção de tensão 52. Nessa opção, basta que o valor de referência do comparador 56 seja ajustado em dois níveis distintos, para que se possa medir os citados primeiro e segundo níveis da tensão  $V_{M1}$ ,  $V_{M2}$  nos primeiro e segundo momentos de medição  $t_{10}$ ,  $t_{20}$  e proceder com a derivada das medidas e encontrar a tensão de rede proporcional  $V_{AC}'$ .

Ainda uma outra forma de se concretizar o circuito de detecção de tensão 50 para obter os valores dos primeiro e segundo níveis da tensão  $V_{M1}$ ,  $V_{M2}$  nos primeiro e segundo momentos de medição  $t_{10}$ ,  $t_{20}$ , pode ser previsto o uso de um conversor D/A. Nessa solução deve-se proceder com

22

as mesmas medidas, previstas nas concretizações descritas acima, devendo-se apenas adequar a interpretação das médias feitas pela central de controle eletrônico 10, que irá receber um número digital correspondente à medida feita pelo conversor D/A.

5 Uma das formas de se detectar qual o valor da tensão de rede  $V_{AC}$  a partir da medida dos primeiro e segundo níveis de tensão  $V_{M1}$ ,  $V_{M2}$ , pode-se optar por armazenar uma tabela de valores previstos na central de controle eletrônico 10 e, a partir do valor do tempo de defasagem  $t_D$  medido, pode-se concluir qual o valor da tensão de rede  $V_{AC}$ .

10 Assim, segundo a tabela abaixo pode-se acompanhar o exemplo da figura 7.

$V_{AC}$ [V]	$t_D$ [ms]
264	2,36
242	2,63
220	3,00
198	3,57
176	5,00

Pode-se notar nesse exemplo que o valor do tempo preestabelecido  $t_P$  é de 3,00 ms e o tempo de defasagem  $t_D$  variando ente 2,36 (caracterizando sobre tensão) e 5,00 (caracterizando subtensão).

15 O controle do nível da tensão total  $V_T$  pode ser feito juntamente com o controle do nível de tensão de pistão  $V_P$ , fornecido por um controle de posição de pistão. Dessa maneira, pode-se atuar ao mesmo tempo com um controle interno, por exemplo, de um sistema envolvendo um compressor com um controle do nível da tensão de rede  $V_{AC}$ , complementando os sistemas e resultando em um controle muito mais eficiente e seguro.

20 Assim, com os ensinamentos da presente invenção evita-se que oscilações da tensão da rede  $V_{AC}$ , interfiram na atuação do motor elétrico, e por exemplo, provoquem choque mecânico do pistão com o topo do cilindro do compressor linear, melhorando assim a confiabilidade e a vida útil do compressor, além de melhorar a estabilidade de funcionamento do compressor, evitando perda de eficiência causada pela variação do deslocamento

25

máximo do pistão.

23

Tendo sido descrito um exemplo de concretização preferido, deve ser entendido que o escopo da presente invenção abrange outras possíveis variações, sendo limitado tão somente pelo teor das reivindicações  
5 apenas, aí incluídos os possíveis equivalentes.

## REIVINDICAÇÕES

24

1. Método de controle de movimento de um motor elétrico, o motor elétrico sendo alimentado por uma tensão total ( $V_T$ ) proporcional a uma tensão de rede ( $V_{AC}$ ),

5 o método sendo caracterizado pelo fato de que compreende as etapas de:

- proceder com uma primeira medida nível ( $V_{t10}$ ) da tensão de rede ( $V_{AC}$ ) em um primeiro momento de medição ( $t1_0$ );

10 - proceder com uma segunda medida nível ( $V_{t20}$ ) da tensão de rede ( $V_{AC}$ ) em um segundo momento de medição ( $t2_0$ );

- calcular o valor da derivada dos valores de tensão medidos em função dos primeiro e segundo momentos de medição ( $t1_0$ ,  $t2_0$ ), para obter um valor de uma tensão de rede proporcional ( $V_{AC'}$ ); e

15 - alterar o valor da tensão total ( $V_T$ ) alimentada ao motor, de maneira proporcional ao valor da tensão de rede proporcional ( $V_{AC'}$ ).

2. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o valor da tensão total ( $V_T$ ) é alterado em função da diferença entre o valor da tensão de rede proporcional ( $V_{AC'}$ ) calculado em um ciclo atual da tensão de rede ( $V_{AC}$ ) e o valor da tensão de rede proporcional ( $V_{AC'}$ ) calculado no ciclo anterior da tensão de rede ( $V_{AC}$ ).

20 3. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o valor da tensão total ( $V_T$ ) é alterado em função da diferença entre o valor da tensão de rede proporcional ( $V_{AC'}$ ) calculado em um semiciclo atual da tensão de rede ( $V_{AC}$ ) e o valor da tensão de rede proporcional ( $V_{AC'}$ ) calculado no semiciclo anterior da tensão de rede ( $V_{AC}$ ).

25 4. Método de acordo com a reivindicação 2 ou 3, caracterizado pelo fato de que o valor da tensão de rede proporcional ( $V_{AC'}$ ) é obtido a partir da equação

$$V_{AC'} = f\left(\frac{\partial V_0}{\partial t}\right)$$

30 onde  $\partial V_0$  é obtido através da subtração das primeira e segunda medidas de nível ( $V_{t10}$ ,  $V_{t20}$ ), e o valor de  $\partial t$  é obtido através da subtração dos valores dos primeiro e segundo momentos de medição ( $t1_0$ ,  $t2_0$ ).

23

5. Método de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de que após a etapa de obtenção do valor de tensão de rede proporcional ( $V_{AC}'$ ) é prevista uma etapa de:

5 medir um tempo de defasagem ( $t_D$ ) entre a ocorrência da medida do primeiro momento de medição ( $t_{10}$ ) e a ocorrência da medida do segundo momento de medição ( $t_{20}$ ),

comparar o tempo de defasagem ( $t_D$ ) com um tempo preestabelecido ( $t_P$ ),

10 o método compreendendo ainda na etapa de alteração do valor da tensão total ( $V_T$ ) de maneira proporcional ao valor da tensão de rede proporcional ( $V_{AC}'$ ), sendo o valor de tensão de rede proporcional ( $V_{AC}'$ ) proporcional ao tempo de defasagem ( $t_D$ ), quando o tempo de defasagem ( $t_D$ ) é diferente de um tempo preestabelecido ( $t_P$ ).

15 6. Método de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de que o tempo preestabelecido ( $t_P$ ) corresponde ao tempo de defasagem ( $t_D$ ) do ciclo anterior da tensão de rede ( $V_{AC}$ ).

20 7. Método de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que na etapa de alteração de tensão total ( $V_T$ ) é prevista a elevação da tensão total ( $V_T$ ) se o tempo de defasagem ( $t_D$ ) for maior que o tempo preestabelecido ( $t_P$ ).

8. Método de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que na etapa de alteração da tensão total ( $V_T$ ) é prevista a diminuição da tensão total ( $V_T$ ) se o tempo de defasagem ( $t_D$ ) for menor que o tempo preestabelecido ( $t_P$ ).

25 9. Método de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que o valor da tensão total ( $V_T$ ) corresponde a uma diferença entre o valor de uma tensão de pistão ( $V_P$ ) com o valor da tensão de rede proporcional ( $V_{AC}'$ ), o valor da tensão de pistão ( $V_P$ ) sendo previamente estabelecido.

30 10. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a tensão total ( $V_T$ ) alimenta um motor elétrico de um compressor, o compressor compreendendo um pistão.

11. Método de controle de movimento de um motor elétrico, o

motor elétrico sendo alimentado por uma tensão total ( $V_T$ ) proporcional a uma tensão de rede ( $V_{AC}$ ), o método sendo caracterizado pelo fato de que compreende etapas de:

26

- medir a tensão de rede ( $V_{AC}$ ) em um primeiro momento de medição ( $t_{10}$ );

- medir tensão de rede ( $V_{AC}$ ) em um segundo momento de medição ( $t_{20}$ ), o segundo momento de medição ( $t_{20}$ ) sendo distinto do primeiro momento de medição ( $t_{10}$ ) e a segunda medida da tensão de rede ( $V_{AC}$ ) sendo realizada em um nível de tensão distinto do nível da primeira medida da tensão de rede ( $V_{AC}$ ),

- medir um tempo de defasagem ( $t_D$ ) entre a ocorrência da medida do primeiro momento de medição ( $t_{10}$ ) e a ocorrência da medida do segundo momento de medição ( $t_{20}$ ),

- comparar o tempo de defasagem ( $t_D$ ) com um tempo preestabelecido ( $t_P$ ),

- alterar o valor da tensão total ( $V_T$ ) de maneira proporcional ao valor da tensão de rede proporcional ( $V_{AC}'$ ).

12. Método de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de que o tempo preestabelecido ( $t_P$ ) corresponde ao tempo de defasagem ( $t_D$ ) do ciclo anterior da tensão de rede ( $V_{AC}$ ).

13. Método de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de que o tempo preestabelecido ( $t_P$ ) corresponde a uma média de tempos de defasagem ( $t_D$ ) dos ciclos anteriores da tensão de rede ( $V_{AC}$ ).

14. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 12 ou 13, caracterizado pelo fato de que o valor da tensão de rede proporcional ( $V_{AC}'$ ) é proporcional ao tempo de defasagem ( $t_D$ ).

15. Método de acordo com a reivindicação 14, caracterizado pelo fato de que na etapa de alteração da tensão total ( $V_T$ ) é prevista a elevação da tensão total ( $V_T$ ) se o tempo de defasagem ( $t_D$ ) for maior que o tempo preestabelecido ( $t_P$ ).

16. Método de acordo com a reivindicação 15, caracterizado pelo fato de que na etapa de alteração da tensão total ( $V_T$ ) é prevista a dimi-

nuição da tensão total ( $V_T$ ) se o tempo de defasagem ( $t_D$ ) for menor que o tempo preestabelecido ( $t_P$ ).

17. Método de acordo com a reivindicação 16, caracterizado pelo fato de que o valor da tensão total ( $V_T$ ) corresponde a uma diferença entre o valor de uma tensão de pistão ( $V_P$ ) com o valor da tensão de rede proporcional ( $V_{AC}'$ ), o valor da tensão de pistão ( $V_P$ ) sendo previamente estabelecido.

18. Sistema de controle de movimentação de um motor elétrico controlado por uma central de controle eletrônico (10), o sistema sendo caracterizado pelo fato de que

o motor elétrico é alimentado por uma tensão total ( $V_T$ ) controlada pela central de controle eletrônico (10), a tensão total ( $V_T$ ) sendo proporcional a uma tensão de rede ( $V_{AC}$ ),

a central de controle eletrônico (10) compreende um circuito de detecção de tensão (50), o circuito de detecção de tensão (50) detectando a tensão de rede ( $V_{AC}$ ),

a central de controle eletrônico (10) medindo uma primeira medida de nível ( $V_{t10}$ ) da tensão de rede ( $V_{AC}$ ) em um primeiro momento de medição ( $t_{10}$ ), e medindo segunda medida de nível ( $V_{t20}$ ) da tensão de rede ( $V_{AC}$ ) em um segundo momento de medição ( $t_{20}$ );

a central de controle eletrônico (10) calculando o valor da derivada dos valores da tensão de rede ( $V_{AC}$ ) medidos em função dos tempos de medição ( $t_{10}$ ,  $t_{20}$ ) medidos e obtendo um valor de uma tensão de rede proporcional ( $V_{AC}'$ );

a central de controle eletrônico (10) alterando o valor da tensão total ( $V_T$ ) para um valor de tensão total corrigida ( $V_T$ ), de maneira proporcional ao valor da tensão de rede proporcional ( $V_{AC}'$ ).

19. Sistema de acordo com a reivindicação 18, caracterizado pelo fato de que a central de controle eletrônico (10) compreende um circuito de detecção de tensão (50) que mede a tensão de rede ( $V_{AC}$ ) no nível de tensão estabelecido ( $V_0$ ) nos primeiro e segundo momentos de medição ( $t_{10}$ ,  $t_{20}$ ).

28

20. Sistema de acordo com a reivindicação 19, caracterizado pelo fato de que as primeira e segunda medidas de nível ( $V_{110}, V_{120}$ ) são realizadas, respectivamente, em um primeiro nível da tensão de rede ( $V_{M1}$ ) e em um segundo nível da tensão de rede ( $V_{M2}$ ).

5 21. Sistema de acordo com a reivindicação 20, caracterizado pelo fato de que o circuito de detecção de tensão (50) compreende um primeiro circuito de detecção de tensão (51) que detecta o primeiro nível da tensão de rede ( $V_{M1}$ ).

10 22. Sistema de acordo com as reivindicações 21, caracterizado pelo fato de que o circuito de detecção de tensão (50) compreende um segundo circuito de detecção de tensão (52) que detecta o segundo nível da tensão de rede ( $V_{M2}$ ).

15 23. Sistema de acordo com a reivindicação 22, caracterizado pelo fato de que o primeiro circuito de detecção de tensão (51) é ajustado para medir o primeiro nível da tensão de rede ( $V_{M1}$ ) quando da respectiva passagem por um nível zero.

20 24. Sistema de acordo com a reivindicação 23, caracterizado pelo fato de que o segundo circuito de detecção de tensão (52) é ajustado para medir o segundo nível da tensão de rede ( $V_{M2}$ ), o segundo nível da tensão de rede ( $V_{M2}$ ) estando situado entre o nível zero da tensão de rede ( $V_{AC}$ ) e um nível máximo da tensão de rede ( $V_{ACM}$ ).

25 25. Sistema de acordo com a reivindicação 24, caracterizado pelo fato de que a central de controle eletrônico (10) mede um tempo de defasagem ( $t_D$ ) entre a ocorrência da medida do primeiro nível da tensão de rede ( $V_{M1}$ ) e a ocorrência da medida do segundo nível da tensão de rede ( $V_{M2}$ ), as medidas dos primeiro e segundo níveis da tensão de rede ( $V_{M1}, V_{M2}$ ) sendo realizadas pelo circuito de detecção de tensão (50), a central de controle eletrônico (10) compreendendo um dispositivo de contagem de tempo que compara o tempo de defasagem ( $t_D$ ) com um tempo preestabelecido ( $t_P$ ), e altera a tensão total ( $V_T$ ) de maneira proporcional ao tempo de defasagem ( $t_D$ ).

30

26. Sistema de acordo com a reivindicação 25, caracterizado





pelo fato de que a central de controle eletrônico (10) gera um valor de uma tensão de rede proporcional ( $V_{AC}'$ ), o valor de tensão ( $V_{AC}'$ ) sendo proporcional ao valor do tempo de defasagem ( $t_D$ ), e o circuito de controle eletrônico (10) alterando o valor da tensão total ( $V_T$ ) para um valor de tensão total corrigida ( $V_T'$ ) de maneira proporcional ao valor da tensão de rede proporcional ( $V_{AC}'$ ) quando o tempo de defasagem ( $t_D$ ) for diferente do tempo preestabelecido ( $t_P$ ).

27. Sistema de acordo com a reivindicação 26, caracterizado pelo fato de que a central de controle eletrônico (10) eleva o valor da tensão total ( $V_T$ ) para um valor de tensão total corrigida ( $V_T'$ ) se o tempo de defasagem ( $t_D$ ) for maior que o tempo preestabelecido ( $t_P$ ).

28. Sistema de acordo com a reivindicação 27, caracterizado pelo fato de que a central de controle eletrônico (10) diminui o valor da tensão total ( $V_T$ ) para um valor de tensão total corrigida ( $V_T'$ ) se o tempo de defasagem ( $t_D$ ) for menor que o tempo preestabelecido ( $t_P$ ).

29. Sistema de acordo com a reivindicação 28, caracterizado pelo fato de que o segundo circuito de detecção de tensão (51) sinaliza a passagem do nível da tensão de rede ( $V_{AC}$ ) no segundo nível de tensão ( $V_{M2}$ ) através de um comparador de tensão (53), o comparador de tensão (53) gerando uma onda quadrada tendo um momento de transição, o tempo de defasagem ( $t_D$ ) sendo medido entre a ocorrência do primeiro nível da tensão de rede ( $V_{M1}$ ) e o momento de transição.

30. Sistema de acordo com a reivindicação 29, caracterizado pelo fato de que a tensão total ( $V_T$ ) alimenta um motor elétrico de um compressor, o compressor compreendendo um pistão,

a central de controle eletrônico (10) compreendendo um valor de uma tensão definida ( $V_P$ ), a tensão definida ( $V_P$ ) sendo proporcional a um erro ( $E_{DP}$ ) entre uma posição de deslocamento de referência ( $DP_{REF}$ ) e um deslocamento máximo ( $DP_{MAX}$ ) do pistão,

a posição de deslocamento de referência ( $DP_{REF}$ ) sendo proporcional à posição do pistão no compressor, e

o deslocamento máximo ( $DP_{MAX}$ ) sendo proporcional a um des-

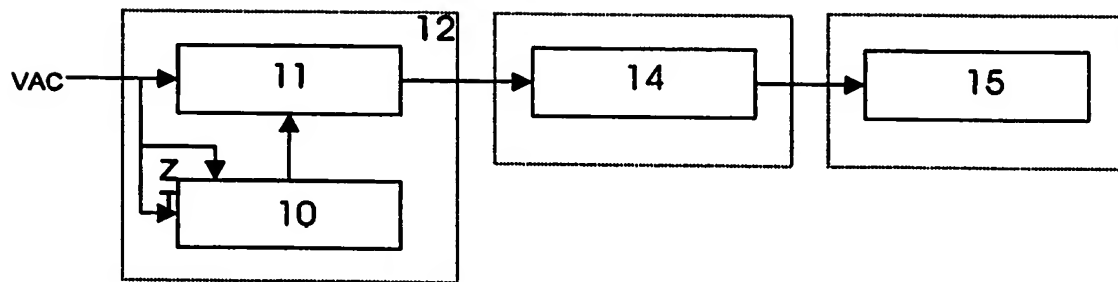
locamento desejável do pistão no compressor.

31. Sistema de acordo com a reivindicação 30, caracterizado pelo fato de que o circuito de geração de sinais (50) compreende um conversor D/A.

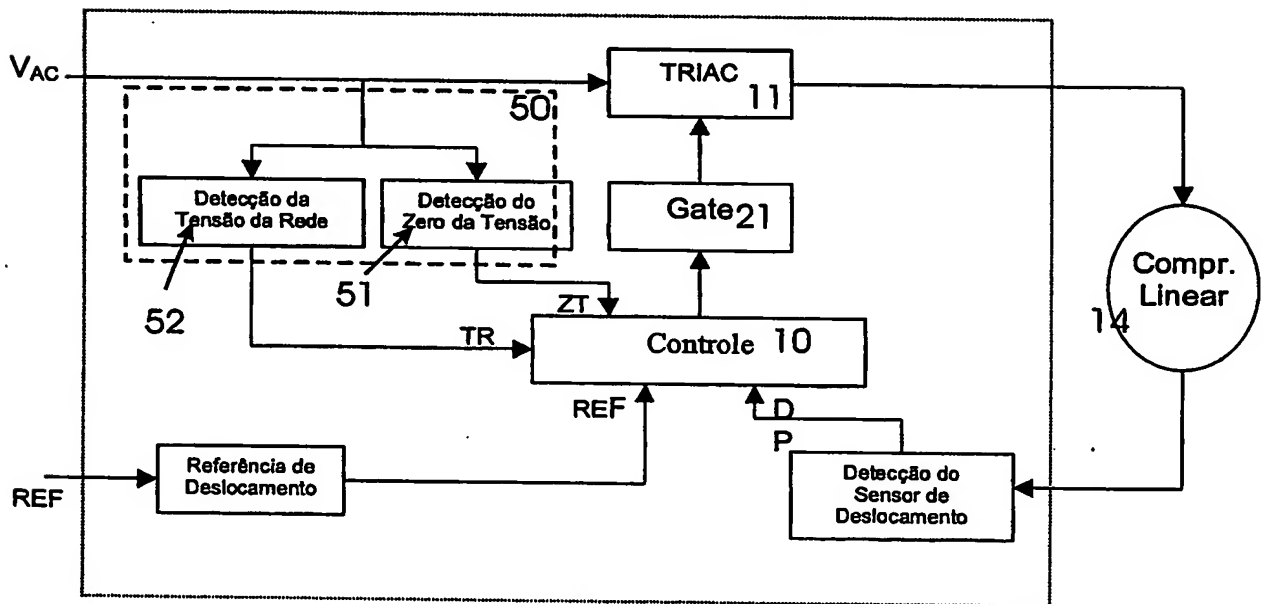
5

32. Compressor tendo um sistema caracterizado pelo fato de que compreende um sistema tal como definido nas reivindicações 18 a 30.

30



**Fig. 1**



**Fig. 2**

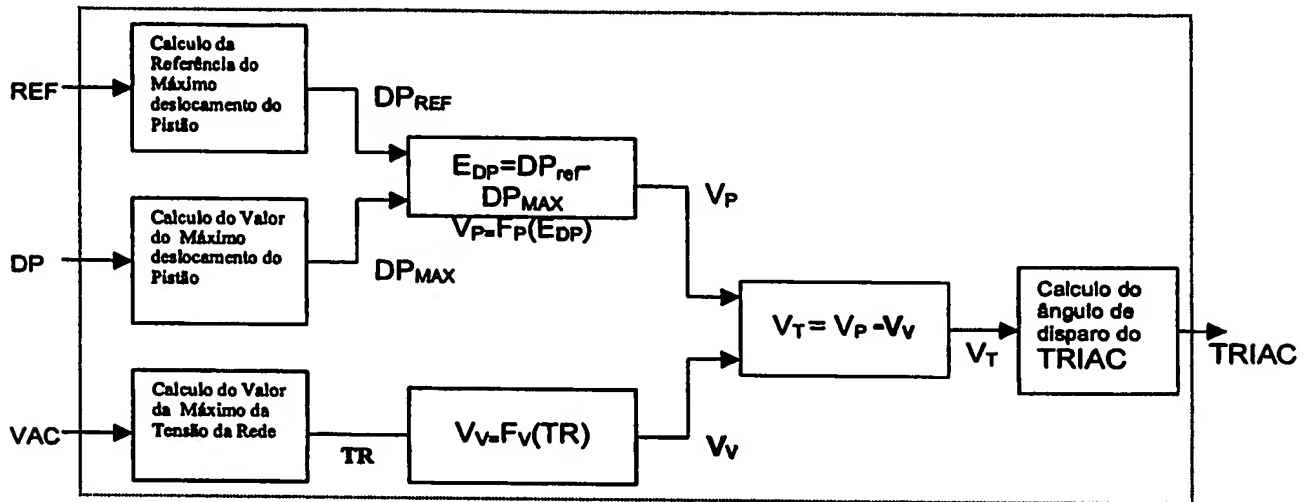


Fig. 3

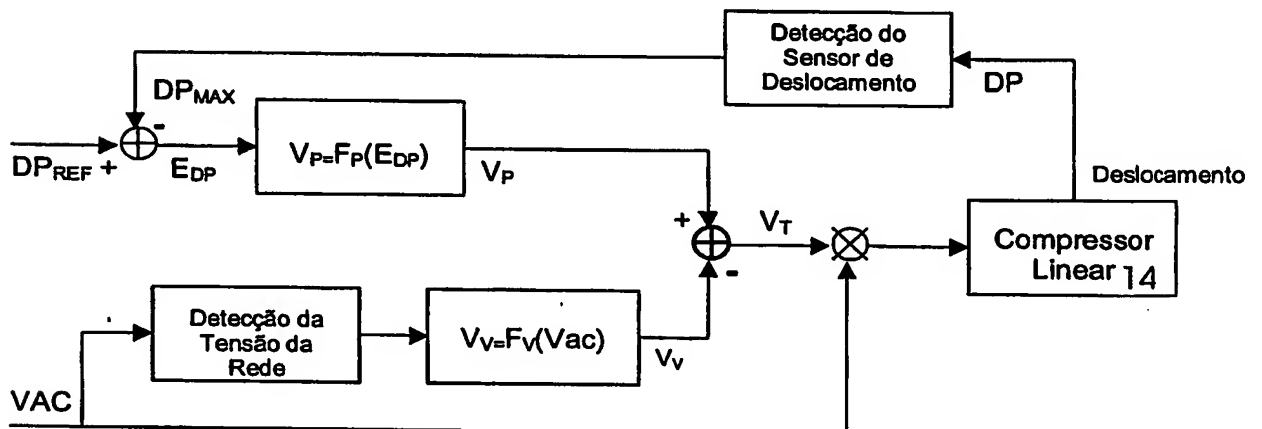


Fig. 4

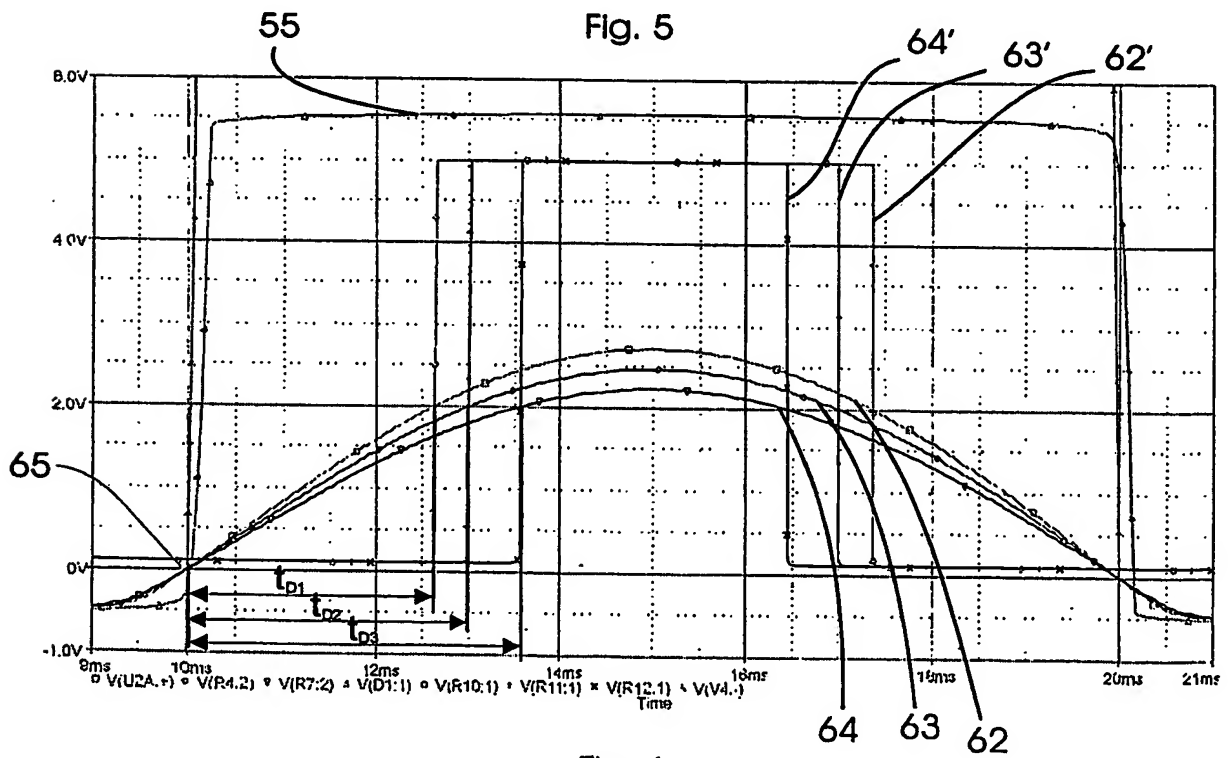
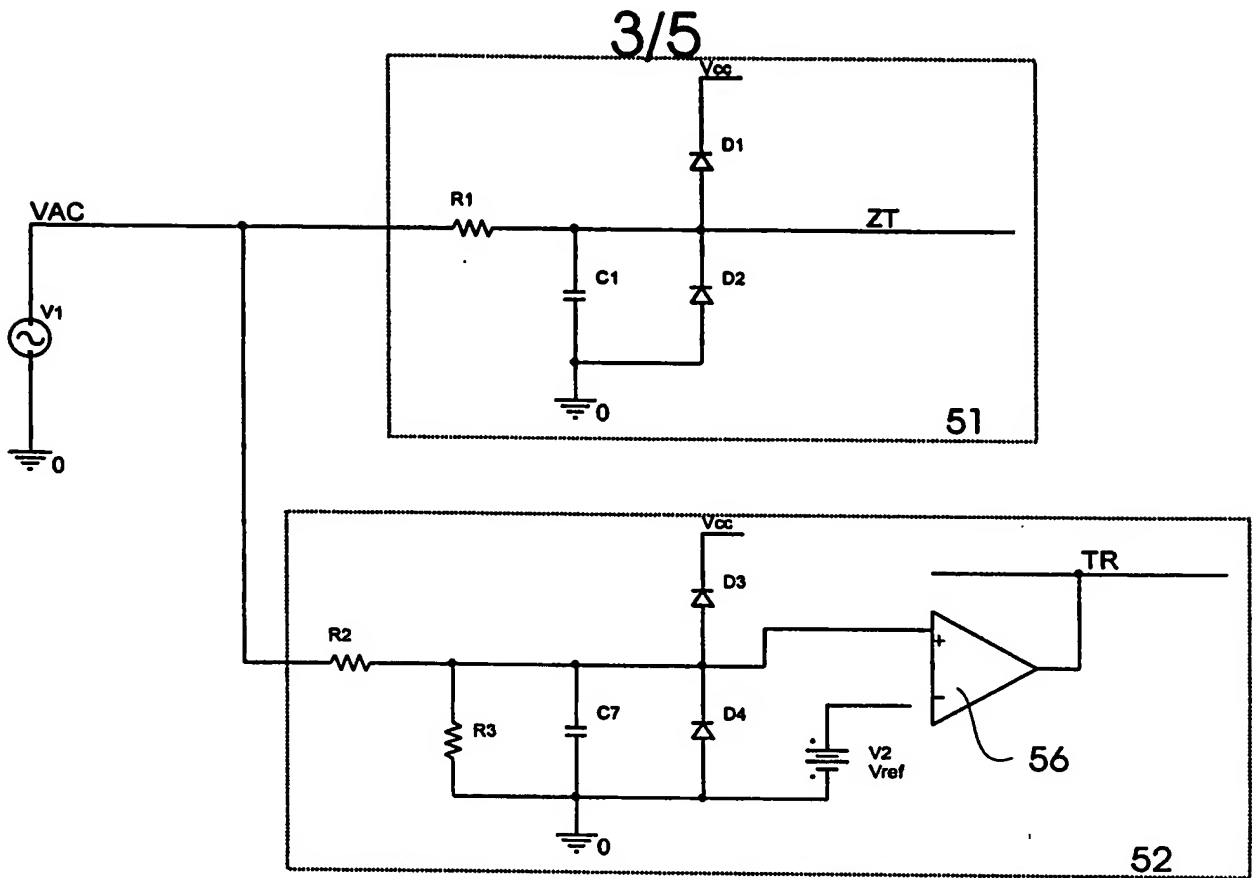


Fig. 6

# Medição da Tensão da Rede

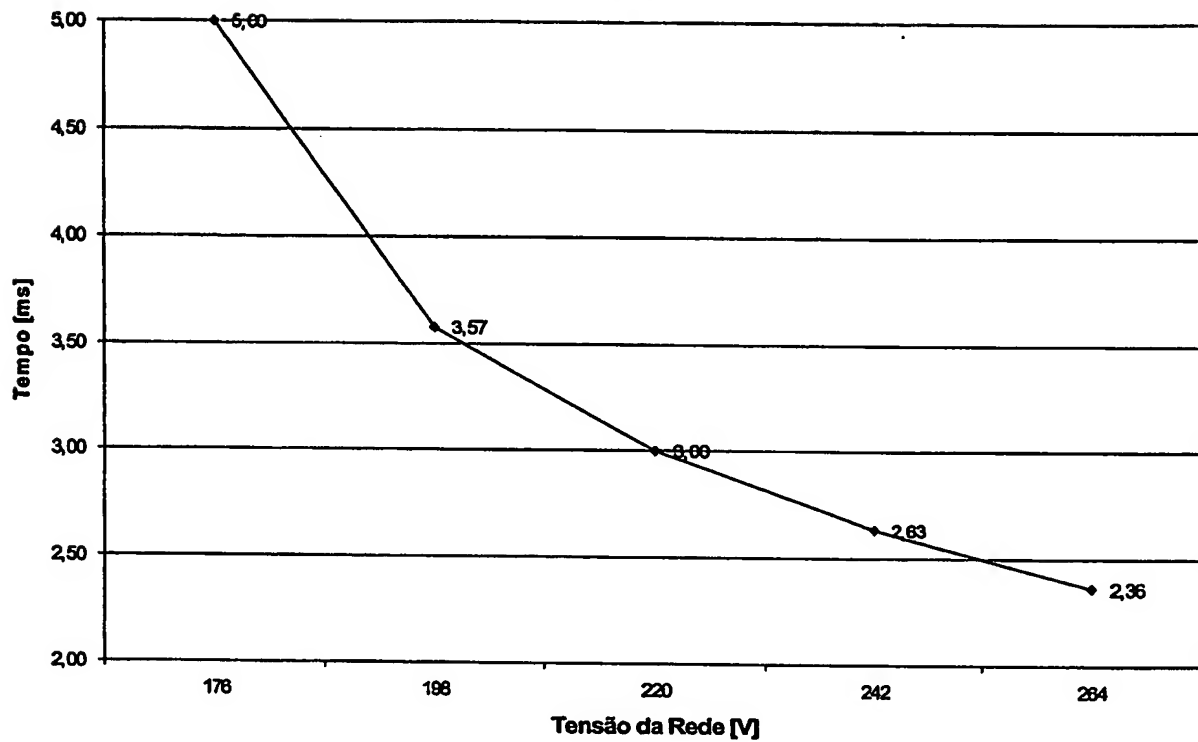


Fig. 7

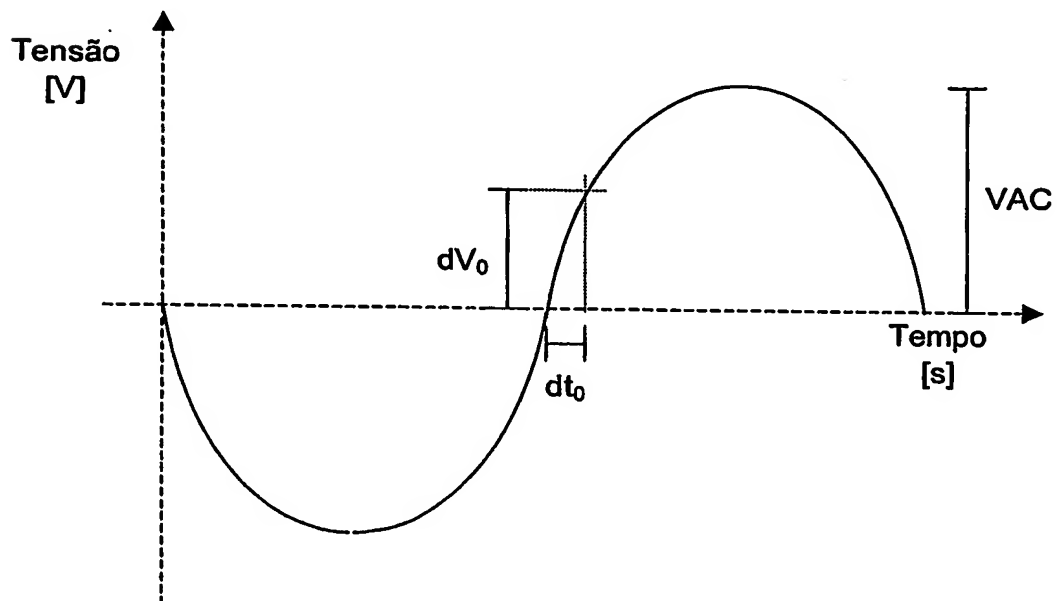


Fig. 8

5/5

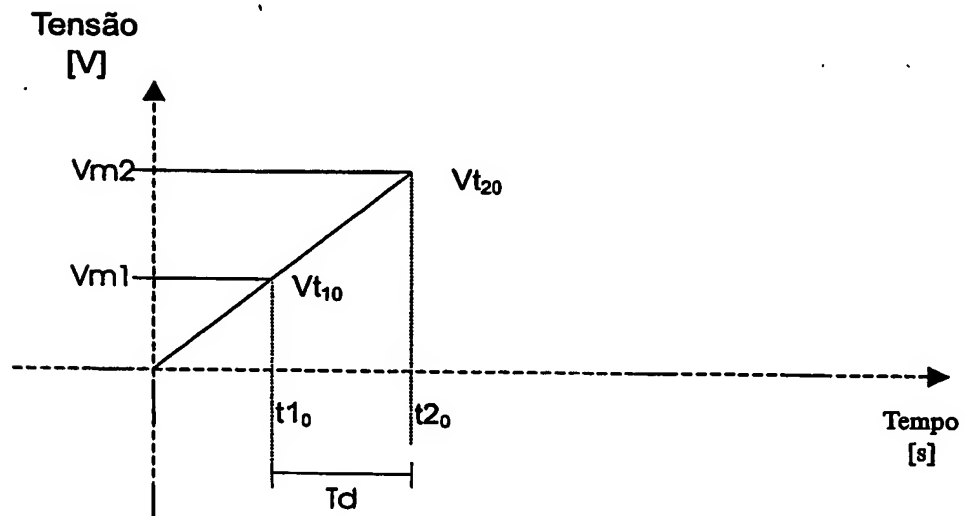
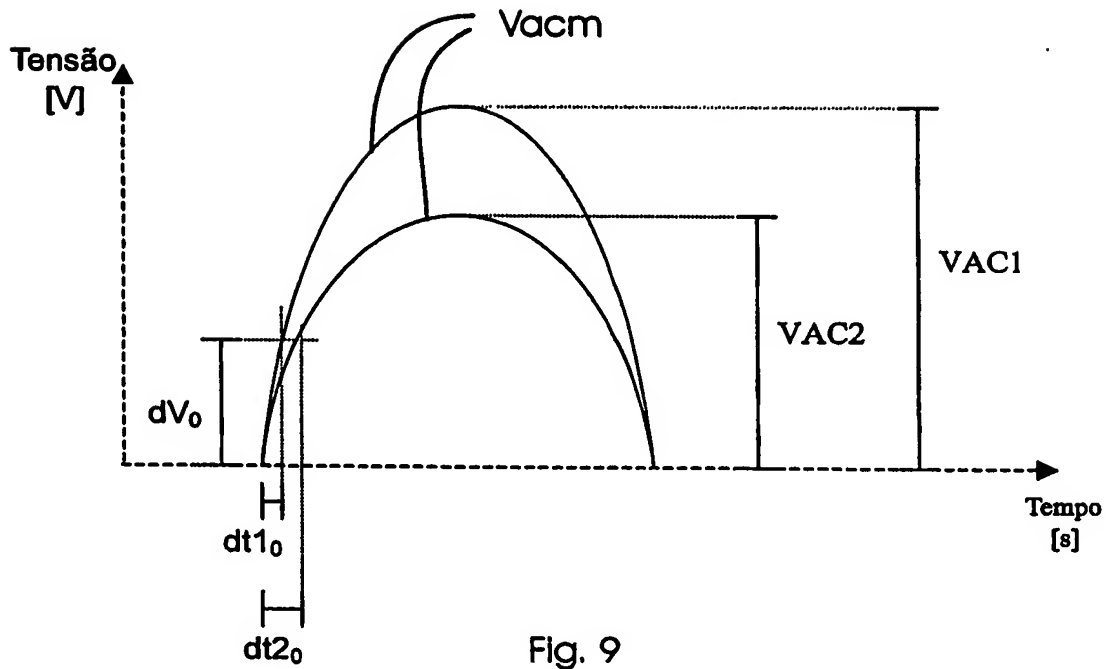


Fig. 10

## RESUMO

Patente de Invenção: "MÉTODO DE CONTROLE DE MOVIMENTO DE UM MOTOR ELÉTRICO, SISTEMA DE CONTROLE DE MOVIMENTAÇÃO DE UM MOTOR ELÉTRICO E COMPRESSOR".

36

5 Descreve-se um método de controle de movimento de um motor elétrico, um sistema de controle de movimentação de um motor elétrico, bem como a um compressor provido com um sistema objeto da presente invenção.

10 O controle de movimentação de motores elétricos é particularmente importante no controle de motores aplicados a compressores lineares, já que nestes o curso do respectivo pistão não é previamente estabelecido. Por conta dessa característica construtiva, pode, em certas circunstâncias, ocorrer o choque do pistão com o respectivo fim de curso, o que não é desejável já que a consequência disso pode ser desde ruído até prejuízo ao bom funcionamento do compressor (14), e até a quebra do compressor.

15 Uma das formas de se contornar esses problemas compreende um método de controle de movimento de um motor elétrico, o motor elétrico sendo alimentado por uma tensão total ( $V_T$ ) proporcional a uma tensão de rede ( $V_{AC}$ ), o método compreendendo etapas de proceder com uma primeira  
20 medida de nível ( $V_{t10}$ ) da tensão de rede ( $V_{AC}$ ) em um primeiro momento de medição ( $t1_0$ ) proceder com uma segunda medida de nível ( $V_{t20}$ ) da tensão de rede ( $V_{AC}$ ) em um segundo momento de medição ( $t2_0$ ); calcular o valor da derivada dos valores de tensão medidos em função dos primeiro e segundo momentos de medição ( $t1_0$ ,  $t2_0$ ), para obter um valor de uma tensão de rede  
25 proporcional ( $V_{AC}'$ ); e alterar o valor da tensão total ( $V_T$ ) alimentada ao motor, de maneira proporcional ao valor da tensão de rede proporcional ( $V_{AC}'$ ).

É também previsto um sistema que irá implementar as etapas do método objeto da presente invenção, bem como um compressor (14) compreendendo o sistema objeto da presente invenção.



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**